

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-086341

(43)Date of publication of application : 26.03.2002

(51)Int.Cl.

B24B 35/00
F16C 33/34

(21)Application number : 2000-273869

(71)Applicant : NSK LTD

(22)Date of filing : 08.09.2000

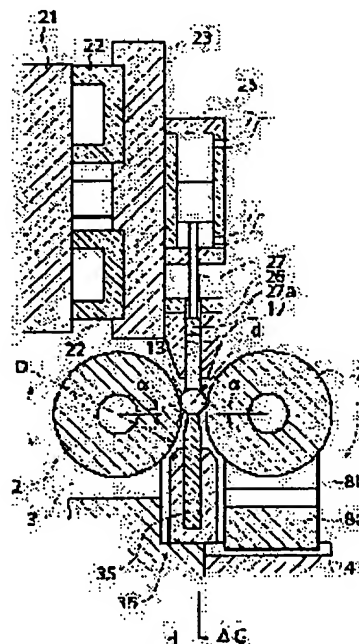
(72)Inventor : SATO CHUICHI
YOSHIKAWA SEIJI

(54) SUPER-FINISHING METHOD FOR ROLLER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a super-finishing method for roller capable of hindering the roundness correcting ability for the rolling surface of each roller from changing to the roundness worsening side, wherein the change to the worsening side results from the swinging behavior of the contacting part of the rolling surface with a super-finish grinding wheel, and precluding the finished condition of the rolling surface from being influenced largely by the change of the roller diameter and change of the rotating accuracy of a locating drive roller and pressurizing roller.

SOLUTION: A roller 13 is pinched between a stationary roller 2 and pressurizing roller 7, which are rotated in the same direction, wherein the pressurizing roller 7 has a greater peripheral linear speed than the stationary roller 2, and in the condition that the roller 13 is rotating round its own axis while it is pressed to a blade 35, the super-finish grinding wheel 17 is pressed to the rolling surface of the roller 13 with a certain pressure and also is reciprocated in the generatrix direction of the rolling surface, and thereby the super-finishing is conducted on the rolling surface of the roller 13.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-86341

(P2002-86341A)

(43) 公開日 平成14年3月26日 (2002.3.26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード [*] (参考)
B 2 4 B 35/00		B 2 4 B 35/00	3 C 0 5 8
F 1 6 C 33/34		F 1 6 C 33/34	3 J 1 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-273869 (P2000-273869)

(22) 出願日 平成12年9月8日 (2000.9.8)

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72) 発明者 佐藤 忠一

神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(72) 発明者 吉川 清次

神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(74) 代理人 100081880

弁理士 渡部 敏彦

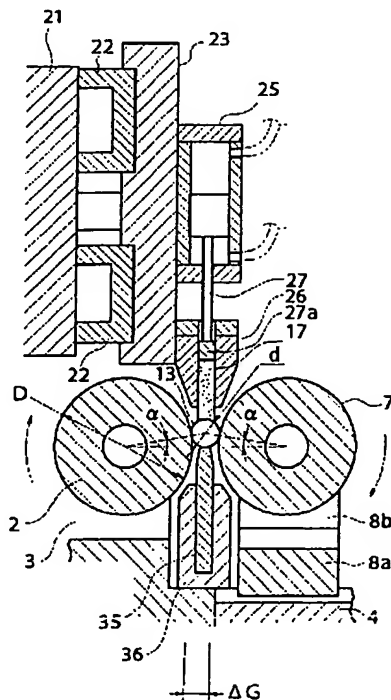
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ころ超仕上げ方法

(57) 【要約】

【課題】 ころの転動面と超仕上げ砥石との接触部における振れ挙動に起因するころの転動面に対する真円度修正能力の真円度改悪側への変化を未然に阻止することができるとともに、ころ径の変化および位置決め用駆動ローラおよび加圧ローラの回転精度の変化に対してころ転動面の超仕上げ状態が大きく左右されないうころ超仕上げ方法を提供する。

【解決手段】 固定ローラ2と加圧ローラ7間に円筒ころ13を挟持した状態で固定ローラ2およびこの固定ローラ2の周速より大きい周速で加圧ローラ7を同一方向へ回転駆動し、円筒ころ13がブレード35に押し付けられながら自転している状態で超仕上げ砥石17を円筒ころ13の転動面に一定圧力で押し付けかつ円筒ころ13の転動面の母線方向に往復動させることにより、円筒ころ13の転動面の超仕上げ加工を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 転がり軸受の転動体として使用されるころの転動面の超仕上げ加工を行うためのころ超仕上げ方法において、前記ころの転動面の超仕上げ砥石、前記ころ、前記ころの下部を支持するためのブレードを同一直線上に配置するとともに、位置決め用駆動ローラと加圧ローラとを互いに間隔をおいて前記ころを挟持可能なように配置し、前記位置決め用駆動ローラと前記加圧ローラとの間に前記ころを挟持した状態で前記位置決め用駆動ローラと該位置決め用駆動ローラの周速より大きい周速で前記加圧ローラとを前記ころが前記ブレードに押し付けられながら自転するように同一方向へ回転駆動し、前記ころが前記ブレードに押し付けられながら自転している状態で前記超仕上げ砥石を前記ころの転動面に一定圧力で押し付けかつ前記ころの転動面の母線方向に往復動させることにより、前記ころの転動面の超仕上げ加工を行うことを特徴とするころ超仕上げ方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、転がり軸受の転動体として使用されるころの転動面の超仕上げ加工を行うためのころ超仕上げ方法に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、転がり軸受の転動体として使用されるころ例えば円筒ころ軸受の円筒ころは、研削加工により創製され、この研削加工後の円筒ころの転動面に対して超仕上げ加工が施される。従来、この超仕上げ加工を行う方法として、1対の駆動ローラ間に円筒ころを挟持した状態で各駆動ローラを円筒ころが自転するように同一方向へ回転駆動し、円筒ころが自転している状態で、超仕上げ砥石を円筒ころの転動面に所定圧力で押し付けかつ円筒ころの転動面の母線方向に往復動させることにより、円筒ころの転動面の超仕上げ加工を行う方法*

$$V_c = V_R \cdot \sin \phi$$

なお、 V_R は駆動ローラの外周面速度である。

【0007】各駆動ローラ 101、102間には、入口側から複数の円筒ころ 103 が連続的に送り込まれ、各円筒ころ 103 は、入口側から粗工程、仕上げ工程などの複数の工程を経て出口側に送り出される。これらの工程においては、それぞれに対応する超仕上げ砥石 104 を用いて円筒ころ 103 の転動面の仕上げが行われる。

【0008】各工程においては、対応する粗さの超仕上げ砥石 104 を、自転しながら軸方向に送られる円筒ころ 103 の転動面に所定圧力で押し当てかつ円筒ころ 103 の軸方向に往復動させることによって、円筒ころ 103 の超仕上げ加工を行う。

【0009】各工程毎に使用される超仕上げ砥石 104 の数は複数からなり、各超仕上げ砥石 104 は、砥石保持装置 105 に保持されている。砥石保持装置 105 は、本体 150 に対して鉛直方向に移動可能なメインベ

*がある。

【0003】この超仕上げ加工方法により、円筒ころ転動面の超仕上げ加工を行うための装置（以下、2ローラタイプの超仕上げ装置）について図 12 および図 13 を参照しながら説明する。図 12 (a) は従来の 2ローラタイプの超仕上げ装置の主要部構成を示す正面図、同図 (b) は (a) の D-D 線に沿って得られた断面図、図 13 は 2ローラタイプの超仕上げ装置におけるころ芯高角と駆動ローラ径、円筒ころ径、各駆動ローラ間の隙間との関係を示す図である。

【0004】この 2ローラタイプの超仕上げ装置は、図 12 (a)、(b) に示すように、互いに間隔をおいて配置された 1 対の駆動ローラ 101、102 を備える。一方の駆動ローラ 101 は、回転軸が水平方向になるように配置された円筒状ローラからなり、駆動モータ（図示せず）によりこの回転軸を中心に回転駆動される。他方の駆動ローラ 102 は、回転軸が水平方向に角度 ϕ 分傾斜するように配置された円筒状ローラからなり、駆動モータ（図示せず）によりこの回転軸を中心に回転駆動される。この駆動ローラ 102 が回転駆動される際には、その回転軸が水平方向に角度 ϕ 傾斜していることから、駆動ローラ 102 の外周面は双曲線の回転面を成す。ここで、上記傾斜角度 ϕ は、スルーフィールドアングルと呼ばれる。

【0005】各駆動ローラ 101、102 間の間隔は、円筒ころ 103 を挟持可能な間隔に設定されている。円筒ころ 103 が挟持された状態で各駆動ローラ 101、102 が回転駆動されると、円筒ころ 103 は各駆動ローラ 101、102 との摩擦駆動により自転し、また駆動ローラ 101 の円筒母線に沿って円筒ころ 103 の軸線方向に送られる。ここで、円筒ころ 103 の送り速度 V_c は、次の (1) 式により表される。

【0006】

$$\dots (1)$$

ース 151 を有する。メインベース 151 には、円筒ころ 103 の送り方向に往復動可能に各ガイドレール 106 に支持されている複数のサブベース 107 が搭載され、各サブベース 107 は、上記の各工程毎に設けられている。各サブベース 107 間には、円形状の偏心カム 108 が配置され、この偏心カム 108 を回転駆動することにより、この偏心カムの両側のそれぞれのサブベース 107 は互いに逆向きに往復動する。

【0010】各サブベース 107 には、対応する工程で使用される各超仕上げ砥石 104 をそれぞれ保持し、円筒ころ 103 の転動面に所定圧力で押し当てるための複数のピストン・シリング機構 109 と、各超仕上げ砥石 104 をそれぞれ鉛直方向に案内し、保持するための複数のガイドホルダ 111 とが取り付けられている。各ピストン・シリング機構 109 は、駆動源にエアを使用し、そのピストンには、対応するガイドホルダ 111 に

保持されている超仕上げ砥石104を円筒ころ103の転動面に向けて押圧するための押圧棒110が連結されている。

【0011】各駆動ローラ101、102による円筒ころ103の送り中において各駆動ローラ101、102と円筒ころ103とは、図12(b)に示すように、円筒ころ103の中心と駆動ローラ101の中心とを結ぶ直線と各駆動ローラ101、102の中心をそれぞれ結ぶ直線とが角度 α を成し、また同様に、円筒ころ103の中心と駆動ローラ102の中心とを結ぶ直線と各駆動ローラ101、102の中心をそれぞれ結ぶ直線とが角度 α を成すような位置関係にある。この角度 α は、ころ芯高角と呼ばれるものである。

【0012】研削加工後の円筒ころ103においては、転動面にうねりがある。この円筒ころ103は、その転動面の真円度を修正するために、2ローラタイプの超仕上げ装置の各駆動ローラ101、102間に送り込まれる。駆動ローラ102は、図12(b)に示すように、駆動ローラ101に対して所定の隙間量 ΔG の隙間を確保するように位置決めされており、各駆動ローラ101、102間に挟持された円筒ころ103は、自転しながらその転動面の母線方向に送られる。ここで、円筒ころ103の直径を d 、各駆動ローラ101、102の直径を D 、ころ芯高角を α とすると、ころ芯高角 α と、各駆動ローラ101、102の直径 D 、円筒ころの直径 d 、各駆動ローラ101、102間の隙間量 ΔG との間では、図13に示す関係が得られる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の2ローラタイプの超仕上げ装置では、円筒ころ103の転動面と超仕上げ砥石104との接触部において、振れ挙動が見られ、この振れ挙動は、転動面のうねりの山数ところ芯高角 α とに応じて著しく変動する。その結果、ころ転動面に対する真円度修正能力が変化する。

【0014】この2ローラタイプの超仕上げ装置における円筒ころ103の振れ挙動について図14および図15を参照しながら説明する。図14は従来の2ローラタイプの超仕上げ装置上での円筒ころ103の振れ挙動を概念的に示すモデル図、図15はうねりの山数 n に応じたうねり山数振れ影響係数 X_n の曲線を示す図である。

【0015】円筒ころ103の転動面におけるうねり形状は、図14に示すように、山数 n の数に応じてモデル化される。例えば、山数 n が2であるときには、図14(a)に示す楕円形状のモデルが、山数 n が3であるときには、図14(b)に示す三角形形状のモデルが、山数 n が4であるときには、図14(c)に示す四角形状のモデルが、山数 n が5であるときには、図14(d)に示す五角形状のモデルが、山数 n が6であるときには、図14(e)または図14(f)に示す六角形状のモデル

*ルが想定される。

【0016】ここで、図14(a)に示す山数 n が2、図14(d)に示す山数 n が5、図14(e)に示すころ芯高角 α が小さくて山数 n が6の各うねり形状においては、うねりの山部分が超仕上げ加工を受ける位相でころ転動面の位置（超仕上げ砥石104との接触位置）が低くなり（超仕上げ砥石から遠ざかる、即ち超仕上げ砥石を下げる方向）、うねりの谷部分が超仕上げ加工を受ける位相でころ転動面の位置が高くなる（超仕上げ砥石に近づく、即ち超仕上げ砥石を押し上げる方向）。

【0017】超仕上げ砥石104は、ピストン・シリンダ機構109により、一定圧力で円筒ころ103の転動面に押し当てられているが、メインベース151、サブベース107、ピストン・シリンダ機構109、押圧棒110、ガイドホルダ111などの弾性変形に伴う力、慣性力、摩擦力などにより、超仕上げ砥石104は円筒ころ103に対して、ころ転動面が高い状態では強く、ころ転動面が低い状態では弱く押し当てられることになり、超仕上げ加工代はころ転動面が高い状態では相対的に大きく、ころ転動面が低い状態では相対的に小さくなる。

【0018】従って、山数 n が2（図14(a)に示す）、山数 n が5（図14(d)に示す）、ころ芯高角 α が小さくて山数 n が6（図14(e)に示す）の各うねり形状においては、うねりの谷部分の加工代が山部分の加工代より相対的に大きくなり、真円から外れたうねりの振幅が大きくなる。即ち、円筒ころ103の転動面の真円度が悪化することになる。

【0019】これに対し、図14(b)に示す山数 n が3、図14(c)に示す山数 n が4、図14(f)に示すころ芯高角 α が大きくて山数 n が6の各うねり形状においては、うねりの山部分が超仕上げ加工を受ける位相でころ転動面の位置が高くなり（超仕上げ砥石に近づく、即ち超仕上げ砥石を押し上げる方向）、うねりの谷部分が超仕上げ加工を受ける位相でころ転動面の位置が低くなる（超仕上げ砥石から遠ざかる、即ち超仕上げ砥石を下げる方向）。よって、山数 n が3（図14(b)に示す）、山数 n が4（図14(c)に示す）、ころ芯高角 α が大きくて山数 n が6（図14(f)に示す）の各うねり形状においては、うねりの谷部分の加工代が山部分の加工代より相対的に小さくなり、円筒ころ103の転動面の真円度が改善される。

【0020】このことは、図15に示すように、うねり山数振れ影響係数 X_n （ n =山数）により定量的に表すことが可能である。ここで、円筒ころ103の転動面の真円から外れたうねりの形状を正弦波で表すものとし、その半径 r を次の(2)式により表す。

【0021】

$$r = r_0 + a \sin(n\theta)$$

$$\dots (2)$$

ここで、 r_0 は円筒ころ103の真円半径、 a はうねり振幅、 n は山数(=2、3、4、5、6、…)、 θ は円筒ころ103の中心周りの角度である。

【0022】上記(2)式により表されるうねり形状の転動面を有する円筒ころにおいて、各うねりの山数 n 毎に、円筒ころ103の自転とともにころ転動面が超仕上げ砥石の位置でどのように振れるかを示すうねり山数振*

$$X_n = \delta_{Assy} / \delta_{Sngl}$$

ここで、 δ_{Assy} は、各駆動ローラに円筒ころ103を挟持した状態での円筒ころの超仕上げ砥石104との接触部の真円ころ転動面に対するうねりを有するころ転動面の位置ずれ量(超仕上げ砥石側へのずれ量(+))である。また δ_{Sngl} は、円筒ころ103単体での超仕上げ砥石104との接触部の真円ころ転動面に対するうねりを有するころ転動面の半径ずれ量(ころ転動面外径側へのずれ量(+))である。

【0024】図15において、うねり山数振れ影響係数 $X_n > 0$ の領域は、超仕上げ砥石104との当接位置でころの真円から外れたうねりの山の頂上上がり、うねりの谷の底が下がることを意味する。これに対し、うねり山数振れ影響係数 $X_n < 0$ の領域は、超仕上げ砥石104との当接位置でころの真円から外れたうねりの山の頂上が下がり、うねりの谷の底が上がることを意味する。超仕上げ砥石104のころ転動面への押し当てが一定の力で行われていれば、うねり山数振れ影響係数 $X_n > 0$ 、 $X_n < 0$ のいずれの領域においても、その山部分は修正されないが、実際には、超仕上げ砥石側(メインベース、サブベース、ピストン・シリンダ機構などを含む)にばね作用、慣性、摩擦などが存在するので、うねり山数振れ影響係数 $X_n > 0$ の領域では、真円度が改善され、特にうねり山数振れ影響係数 $X_n > K = 1$ の領域においては、真円度がより改善される。逆に、うねり山数振れ影響係数 $X_n < 0$ の領域では、真円度が悪化する。また、円筒ころの回転(自転)に伴ううねりの山の振れの周波数が超仕上げ砥石側の固有振動数に近づくと、真円度がさらに悪化することになる。

【0025】図15に示す例では、うねり山数振れ影響係数 $X_n < 0$ の領域が存在する山数 n が2、山数 $n = 5$ 、一部領域での山数 $n = 6$ の各うねりで、真円度が悪化することになり、円筒ころ103に対する高い精度を確保することが難しくなる。

【0026】次に、超仕上げ砥石104の幅による真円度修正効果について図16を参照しながら説明する。図16は超仕上げ砥石104の幅による真円度修正効果を模式的に示す図である。

【0027】図16に示すように、超仕上げ砥石104の幅を H とし、この幅 H を大きくすると、超仕上げ砥石104が円筒ころ103の真円から外れたうねりの山間にまたがるように転動面に押し当てられることになる。これにより、転動面におけるうねりの山部分の加工代が

*れ影響係数 X_n が次の(3)式により求められ、各山数 n 毎に求められたうねり山数振れ影響係数 X_n は、図15に示す曲線で表される。このうねり山数振れ影響係数 X_n は、円筒ころ103の回転(自転)位相に依存せず、ころ芯高角 α のみの関数となる。

【0023】

$$\dots (3)$$

うねりの谷部分の加工代より相対的に大きくなり、真円度修正が平均的に行われる。このように超仕上げ砥石104の幅 H を大きくする場合、山間の円周ピッチおよびピッチ角ところ径 d との関係から、山数 n が3以上、より好ましくは山数 n が5以上で真円度の改善効果を期待することができる。しかし、山数 n が2のうねりに対しては、超仕上げ砥石104の幅 H を大きくすることによる平均化作用が働かず、平均化作用による真円度の改善効果を期待することはできない。

【0028】また、円筒ころ103などのころにおいて、うねりによる直径値の変動が著しい偶数山による偶数うねりが、最も回転精度、音響、振動に悪影響を及ぼすことが知られている。

【0029】さらに、2ローラタイプの超仕上げ装置は、ころ径の変化および駆動ローラの回転精度の変化に敏感で、これらの変化によりころ転動面の超仕上げ加工状態が大きく左右され易い。

【0030】このころ径の変化および駆動ローラの回転精度の変化がころ転動面の超仕上げ加工に及ぼす影響について図17ないし図19を参照しながら説明する。図17は2ローラタイプの超仕上げ装置におけるころ径の変化および駆動ローラの回転精度の変化がころ転動面の超仕上げ加工に及ぼす影響の程度を表すころ径振れ影響係数およびローラ振れ影響係数を示す図、図18はころ径が変化した場合のころ転動面における超仕上げ加工位置の変化状態を模式的に示す図、図19は駆動ローラの回転振れに伴うころ転動面における超仕上げ加工位置の変化状態を模式的に示す図である。

【0031】ここでは、図18に示すように、2つの円筒ころのころ径の違いを Δd とし、このころ径の違いによる各円筒ころの中心位置間(中心位置 O 、 $O1$ 間)の変位量を e とし、各円筒ころのころ芯高角は同じ α とし、このころ径の変化に伴うころ転動面の超仕上げ加工位置の変化量を δa とする。また、図19に示すように、駆動ローラのラジアル方向の回転振れ量を Δr とし、この回転振れ量に伴うころ転動面の超仕上げ加工位置の変化量を $\delta \Delta_r$ とする。

【0032】ころ径が変化した場合のころ転動面における超仕上げ加工位置がどのように変化するかを表すころ径振れ影響係数を X_d とすると、ころ径振れ影響係数 X_d は、次の(4)式により求められる。

【0033】

7

$$X_d = \delta_d / \Delta d$$

また、駆動ローラの回転振れに伴いころ転動面における超仕上げ加工位置の振れにどのように影響するかを表すローラ振れ影響係数を $X_{\Delta r}$ とすると、ローラ振れ影響 *

$$X_{\Delta r} = \delta_{\Delta r} / \Delta r$$

このようにして求められたころ径振れ影響係数 X_d およびローラ振れ影響係数 $X_{\Delta r}$ はころ芯高角 α に応じて変化し、ころ径振れ影響係数 X_d およびローラ振れ影響係数 $X_{\Delta r}$ ところ芯高角 α との関係を図 17 に示す。この図 17 から分かるように、実用的なころ芯高角 α が $11\pi/180 \sim 17\pi/180$ の範囲において、ころ径振れ影響係数 X_d が 2.2 ~ 3.1、ローラ振れ影響係数 $X_{\Delta r}$ が 3.4 ~ 5.2 となり、ころ径の変化および駆動ローラの回転振れがころ転動面の超仕上げ加工に大きな影響を与えることを示している。

【0035】 上述したように、従来の 2 ローラタイプの超仕上げ装置では、円筒ころ 103 の転動面と超仕上げ砥石 104 との接触部における振れ挙動がころ転動面のうねりの山数ところ芯高角 α とに応じて著しく変動するので、ころ転動面に対する真円度修正能力が変化する (真円度悪化を含む)。また、ころ径の変化および駆動ローラの回転精度の変化により、ころ転動面の超仕上げ状態が大きく左右され易い。

【0036】 本発明は、上述した問題に鑑みてなされたものであって、ころの転動面と超仕上げ砥石との接触部における振れ挙動に起因するころの転動面に対する真円度修正能力の真円度改善側への変化を未然に阻止することができるとともに、ころ径の変化および駆動ローラの回転精度の変化に対してころ転動面の超仕上げ状態が大きく左右されないころ超仕上げ方法を提供することを目的とする。

【0037】

【課題を解決するための手段】 本発明は、転がり軸受の転動体として使用されるころの転動面の超仕上げ加工を行うためのころ超仕上げ方法において、前記ころの転動面の超仕上げ砥石、前記ころ、前記ころの下部を支持するためのブレードを同一直線上に配置するとともに、位置決め用駆動ローラと加圧ローラとを互いに間隔をおいて前記ころを挟持可能なように配置し、前記位置決め用駆動ローラと前記加圧ローラとの間に前記ころを挟持した状態で前記位置決め用駆動ローラと該位置決め用駆動ローラの周速より大きい周速で前記加圧ローラとを前記ころが前記ブレードに押し付けられながら自転するように同一方向へ回転駆動し、前記ころが前記ブレードに押し付けられながら自転している状態で前記超仕上げ砥石を前記ころの転動面に一定圧力で押し付けかつ前記ころの転動面の母線方向に往復動させることにより、前記ころの転動面の超仕上げ加工を行うことを特徴とする。

【0038】 本発明では、位置決め用駆動ローラと加圧ローラとの間にころを挟持した状態で位置決め用駆動

8

... (4)

* 係数 $X_{\Delta r}$ は、次の (5) 式により求められる。

【0034】

... (5)

ローラと該位置決め用駆動ローラの周速より大きい周速で加圧ローラとをころがブレードに押し付けられながら自転するように同一方向へ回転駆動し、ころがブレードに押し付けられながら自転している状態で超仕上げ砥石をころの転動面に一定圧力で押し付けかつころの転動面の母線方向に往復動させる。これにより、ころの転動面と超仕上げ砥石との接触部における振れ挙動に起因するころの転動面に対する真円度修正能力の真円度改善側への変化を未然に阻止することができるとともに、ころ径の変化および位置決め用駆動ローラおよび加圧ローラの回転精度の変化に対してころ転動面の超仕上げ状態が大きく左右されない。

【0039】

【発明の実施の形態】 以下に本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0040】 (実施の第 1 形態) 図 1 は本発明の実施の第 1 形態に係るころ超仕上げ方法を実現するためのブレード付 2 ローラタイプの超仕上げ装置の正面図、図 2 は図 1 の A-A 線に沿って得られた断面図、図 3 は図 1 の超仕上げ装置における円筒ころのスルーフィードによる送り運動と超仕上げ砥石の往復運動との関係を模式的に示す図、図 4 は図 1 の超仕上げ装置における各駆動ローラおよびその周囲の構成を示す断面図である。

【0041】 本実施の形態におけるブレード付 2 ローラタイプの超仕上げ装置は、図 1 および図 2 に示すように、作業床などの水平面に据え付けられるベース 1 を備え、このベース 1 には、固定ローラ 2 を支持するための固定ローラベース 3 (図 2 を参照) およびテーブル 4 が取り付けられている。

【0042】 固定ローラ 2 は、図 2 に示すように、軸 2a が水平になるように配置された円筒状ローラからなり、固定ローラ 2 の軸 2a の各端部は、それぞれ固定ローラベース 3 に設けられた軸箱 (図示せず) に支持されている。固定ローラ 2 は、駆動モータ (図示せず) により、軸 2a を中心に所定方向に所定回転速度で回転駆動される。

【0043】 テーブル 4 は、ベース 1 に固定された軸 1a の周りに角度的に回転可能に構成され、この軸 1a 周りの回転角度はスルーフィードアングル調整ねじ機構 5 により調整可能である。このスルーフィードアングル調整ねじ機構 5 は、テーブル 4 の各端部にそれぞれ設けられた一対のフランジ 4a と、ベース 1 に取り付けられた一対のリブ 1b と、各リブ 1b に螺合され、ねじ部先端がフランジ 4a に当接される一対の調整ねじ 6 とから構成され、各調整ねじ 6 の送り量を調整することによって、

テーブル4の軸1 a 周りの角度が調整される。このテーブル4の軸1 a 周りの角度が所定角度に調整されると、テーブル4は、各固定ボルト4 bにより、軸1 a 周りの角度が所定角度に保持された状態でベース1 に対して固定される。

【0044】テーブル4には、加圧ローラ7を支持するための加圧ローラベース8が搭載されている。加圧ローラベース8は、テーブル4に対して平行に配置された細長い平板状のベース部8 a と、ベース部8 a 上に互いに間隔をおいて対向するように配置されている一対の軸箱8 b とを有する。加圧ローラベース8は、テーブル4に固定された各リニアガイド9に案内されながら固定ローラ2の軸2 a に対して直交する方向に移動可能に構成されている。各リニアガイド9は、テーブル4上のそれぞれ軸箱8 b に対応する位置に配置されている。加圧ローラベース8の移動は、トルクサーボモータ10により送りねじ機構11 (図2を参照)を駆動することによって行われる。

【0045】加圧ローラ7は外周面が双曲面を成す円筒状のローラからなり、その軸7 a の各端部はそれぞれ対応する軸箱8 b に支持されている。加圧ローラ7は金属製のローラからなり、その外周面には、弾性係数が比較的に小さくかつ高摩擦係数で耐摩耗性に富む高分子材料からなるライニングが施されている。また、スパイク効果で摩擦係数を高めた砥粒入りの高分子材料などを使用することもできる。加圧ローラ7の入口側(後述するフィーダ14側)の外周面には、後述するように、円筒ころ13を送り勝手とするための螺旋溝(図示せず)が設けられている。

【0046】加圧ローラ7の軸7 a の一方の端部には、駆動モータ12に連結され、加圧ローラ7は、駆動モータ12により軸7 a を中心に所定方向へ所定回転速度で回転駆動される。ここで、加圧ローラ7は、その軸7 a が水平方向(固定ローラ2の軸2 a)に対して所定の角度 ϕ 傾斜するように傾けられる。この加圧ローラ7の傾斜角度 ϕ はスルーフィードアングルと呼ばれ、このスルーフィードアングル ϕ は、各調整ねじ6の送り量を調整することによって調整されたテーブル4の軸1 a 周りの回転角度に等しい。すなわち、スルーフィードアングル ϕ は、各調整ねじ6の送り量を調整することによって調整可能である。また、加圧ローラ7と固定ローラ2間の間隔は、円筒ころ13を挟持可能な間隔に設定されている。加圧ローラ7と固定ローラ2間の間隔は、円筒ころ13の直径に応じて、送りねじ機構11を介して加圧ローラベース8を移動させることによって可変され、これにより異なる直径の円筒ころ13の処理が可能になる。

【0047】円筒ころ13が挟持された状態で固定ローラ2および加圧ローラ7を同一方向へ所定の回転速度で回転駆動すると、円筒ころ13は固定ローラ2、加圧ロ

ーラ7との摩擦駆動により自転し、また加圧ローラ7の周面の母線に沿って円筒ころ13の軸線方向に送られる。この円筒ころ13の送り機構すなわちスルーフィード機構の詳細については後述する。このスルーフィード機構による円筒ころ13の送信中、円筒ころ13はその下方からブレード35により支持されながら送られる。ブレード35は円筒ころ13の送り方向に沿って延びる細長い部材からなり、固定ローラ2と加圧ローラ7との間に配置されている。ブレード35は、ベース1に固定されたブレードホルダ36に保持されている。このスルーフィード機構による円筒ころ13の送信中、円筒ころ13はブレード35の頂部に当接するが、これにより円筒ころ13の自転は規制されることはない。

【0048】固定ローラ2、加圧ローラ7間には、入口側に設けられたフィーダ14から複数の円筒ころ13が連続的に送り込まれ、各円筒ころ13は、入口側から粗工程、仕上げ工程の各工程を経て出口側に送り出される。この送り出された円筒ころ13は、排出シュート15を介して受けパン16内に排出される。

【0049】これらの工程においては、それぞれに対応する粗さを有する超仕上げ砥石17、18を用いて円筒ころ13の転動面の仕上げが行われる。ここで、粗工程においては、対応する粗さを有する4つの超仕上げ砥石17が用いられ、仕上げ工程においては、対応する粗さを有する4つの超仕上げ砥石18が用いられる。各工程においては、対応する粗さの超仕上げ砥石17、18を、自転しながら軸方向に送られる円筒ころ13の転動面に所定圧力で押し当てかつ円筒ころ13の軸方向に往復動させることによって、円筒ころ13の超仕上げ加工を行う。

【0050】各工程毎に使用される各超仕上げ砥石17、18は、砥石保持装置19により往復動される。砥石保持装置19は、具体的には、ベース1に対して固定ローラ2の軸2 a と直交する水平方向に移動可能な砥石ヘッドスタンド20と、砥石ヘッドスタンド20に対し鉛直方向に移動可能な昇降ベース21とを有する。昇降ベース21の鉛直方向への移動は、昇降機構20 a を介して行われる。砥石ヘッドスタンド20は、各超仕上げ砥石17、18を待避位置へ待避させるために、ボールスクリュウ機構20 b により、ベース1上を固定ローラ2の軸2 a に直交する水平方向に移動可能に構成されている。昇降ベース21には、互いに鉛直方向に間隔をおいて配置され、円筒ころ13の送り方向(水平方向)に延びる2つのガイドレール22が取り付けられている。各ガイドレール22には、各工程のそれぞれに対応する2つのサブベース23、24が円筒ころ13の送り方向に往復動可能に支持されている。

【0051】サブベース23には、粗工程に使用される4つの超仕上げ砥石17をそれぞれ円筒ころ13に対して押し付けるための1つのピストン・シリンダ機構25

と、各超仕上げ砥石17をそれぞれ鉛直方向に案内し、保持するための4つのガイドホルダ26とが取り付けられている。各ピストン・シリンダ機構25は、駆動源にエアを使用し、各ピストン・シリンダ機構25のピストンには、対応するガイドホルダ26内に保持されている超仕上げ砥石17を円筒ころ13の転動面に向けて押圧するための押圧棒27の一端が連結されている。この押圧棒27の他端と超仕上げ砥石17との間には、超仕上げ砥石17の幅と略同じ幅を有する押圧板27aが介在する(図4を参照)。

【0052】同様に、サブベース24には、仕上げ工程に使用される4つの超仕上げ砥石18をそれぞれ円筒ころ13に対して押し付けるための4つのピストン・シリンダ機構28と、各超仕上げ砥石18をそれぞれ鉛直方向に案内し、保持するための4つのガイドホルダ29とが取り付けられている。各ピストン・シリンダ機構28は、駆動源にエアを使用し、各ピストン・シリンダ機構28のピストンには、対応するガイドホルダ29内に保持されている超仕上げ砥石18を円筒ころ13の転動面に向けて押圧するための押圧棒30が連結されている。この押圧棒30の他端と超仕上げ砥石18との間には、超仕上げ砥石18の幅と略同じ幅を有する押圧板(図示せず)が介在する。

【0053】各サブベース23、24間には、円形状のカム面を有する偏心カム31が配置され、偏心カム31は、駆動モータ(図示せず)により駆動される。各サブベース23、24は、それぞれに設けられた当接板23c(図2を参照。なお、サブベース24側の当接板は図示せず。)に偏心カム31のカム面に当接されるように偏心カム31に向けてそれぞればね32、33により付勢されている。ばね32は、サブベース23から突出する軸部材23aに挿通され、軸部材23aは、昇降ベース21に設けられた支持部21aにサブベース23の往復動方向に移動可能に支持されている。ばね32は、サブベース23と昇降ベース21との間に配置されている。ばね33は、ばね32と同様に、サブベース24の軸部材24aに挿通された状態で昇降ベース21の支持部21bとサブベース24との間に配置されている。こ*

$$V_f (= \pi \cdot D \cdot N) < V_p (= \pi \cdot D_o \cdot N') \quad \dots (6)$$

ここで、上記式中のNは固定ローラ2の回転速度であり、N'は加圧ローラ7の回転速度である。加圧ローラ7の回転速度N'は、固定ローラ2の回転速度Nに対して同期制御される。

【0058】複数の円筒ころ13がフィード14から固定ローラ2と加圧ローラ7との間に連続的に送り込まれると、図3に示すように、送り込まれた各円筒ころ13は、上記スルーフィード機構により自転しながら送り方向に並んだ状態でかつその下方のブレード35に押し付けられながら送られる。加圧ローラ7の外周面には上記高分子材料からなるライニングが施されているので、円

*のような構成により、偏心カム31を回転駆動することにより、この偏心カム31の両側のそれぞれのサブベース23、24は互いに逆向きに往復動する。

【0054】次に、円筒ころ13のスルーフィード機構について図3および図4を参照しながら説明する。図3は図1の超仕上げ砥石装置におけるスルーフィード機構による円筒ころの送り状態を示す図、図4は図1の超仕上げ砥石装置における円筒ころに対する固定ローラ、加圧ローラおよび超仕上げ砥石の位置関係を示す図である。

【0055】円筒ころ13を固定ローラ2と加圧ローラ7との間に挟持した状態で円筒ころ13をその軸線方向に送るスルーフィード機構は、図4に示すように、固定ローラ2と加圧ローラ7との間に円筒ころ13を挟持した状態で固定ローラ2および加圧ローラ7を所定条件で回転駆動することにより達成される。ここでは、固定ローラ2の直径をDとし、加圧ローラ7の入口側の直径をDiとし、出口側の直径をDoとし、円筒ころ13の直径をdとする。加圧ローラ7は、上述したように、直径寸法がその入口側から出口側に向けて単調に減少する双曲線状の周面を有する。また、加圧ローラ7は、テーブル4の軸1a周りの角度すなわちスルーフィードアングルφに傾けられているとともに(図3を参照)、固定ローラ2に対して所定の隙間量ΔGの隙間を確保するように位置決めされているものとする。固定ローラ2と加圧ローラ7との間に挟持された円筒ころ13と固定ローラ2および加圧ローラ7との間においては、円筒ころ13の中心と固定ローラ2の中心とを結ぶ直線が固定ローラ2の中心と加圧ローラ7の中心とを結ぶ直線に対して角度(ころ芯高角)αを成す。また同様に、円筒ころ13の中心と加圧ローラ7の中心とを結ぶ直線が固定ローラ2の中心と加圧ローラ7の中心とを結ぶ直線に対して角度(ころ芯高角)αを成す。

【0056】さらに、固定ローラ2と加圧ローラ7とは、固定ローラ2の周速度Vfと加圧ローラ7の周速度Vpとが次の(6)式の関係を満足するように、同一方向に回転駆動される。

【0057】

円筒ころ13の送りが確実に行われる。この送り中の円筒ころ13に対しては、その上方から各超仕上げ砥石17、18がピストン・シリンダ機構25、28により押し当てられ、各超仕上げ砥石17、18は、偏心カム31を回転駆動することによって円筒ころ13の送り方向に互いに逆向きに往復動される(図3中の実線、破線で示す矢印の向き)。これにより、円筒ころ13の転動面が超仕上げ加工される。

【0059】次に、本実施の形態の超仕上げ装置における円筒ころの振れ挙動について図5を参照しながら説明する。図5は図1の超仕上げ装置上での円筒ころの振れ

挙動のモデルを示す図である。

【0060】円筒ころ13の転動面におけるうねり形状は、図5に示すように、山数 n の数に応じてモデル化される。例えば、円筒ころ13に対して、山数 n が2であるときには、図5(a)に示す楕円形状のモデルが、山数 n が3であるときには、図5(b)に示す三角形形状のモデルが、山数 n が4であるときには、図5(c)に示す四角形状のモデルが、山数 n が5であるときには、図5(d)に示す五角形状のモデルが、山数 n が6であるときには、図5(e)に示す六角形状のモデルが想定される。

【0061】本実施の形態では、円筒ころ13がブレード35により押し付けられているので、山数 n が偶数(2, 4, 6, ...)であるうねり形状の円筒ころ13に対しては、うねりの山部分が超仕上げ加工を受ける位相で、転動面の超仕上げ砥石17(18)との接触位置が高くなる(超仕上げ砥石17(18)に近づく、即ち超仕上げ砥石17(18)を押し上げる方向)。超仕上げ砥石17(18)は、ピストン・シリンダ機構25、28により、一定圧力で円筒ころ13の転動面に押し当てられているが、サブベース23、24、ピストン・シリンダ機構25、28、押圧棒27、30、ガイドホルダ26、29などの弾性変形に伴う力、慣性力、摩擦力などにより、超仕上げ砥石17(18)はころ転動面が高い状態では強く円筒ころ13に対して押し当てられることになり、超仕上げ加工代は、ころ転動面の山部分では他に部分に比して大きくなる。よって、転がり軸受の回転精度、音響、振動などに有害な山数 n が偶数(2, 4, 6, ...)であるうねり形状の円筒ころ13に対しては、その真円度が改善される。

【0062】この山数 n が偶数(2, 4, 6, ...)であるうねり形状の円筒ころ13に対して、その転動面が超仕上げ砥石の位置でどのように振れるかを示すうねり山数振れ影響係数 X_n は2(一定)となる(図15を参照)。

【0063】また、山数 n が奇数(3, 5, ...)であるうねり形状の円筒ころ13に対しては、うねりの山部分が超仕上げ加工を受ける位相とその谷部分が超仕上げ加工を受ける位相とでは、その転動面における超仕上げ砥石17(18)との接触位置が変化せず、円筒ころ13の転動面全域においてその加工代がほとんど変化しない。よって、山数 n が奇数(3, 5, ...)であるうねり形状の円筒ころ13に対しての真円度がほとんど改善されない。但し、山数 n が奇数(3, 5, ...)であるうねり形状は、転がり軸受の転動体としての円筒ころにとってあまり有害ではないことが知られている。この山数 n が奇数(3, 5, ...)であるうねり形状の円筒ころ13に対して、その転動面が超仕上げ砥石の位置でどのような

$$X_n = \Phi / \Phi_n$$

各山数 n における、超仕上げ砥石幅平均化作用係数 X_n

*に振れるかを示すうねり山数振れ影響係数 X_n は0(一定)となる(図15を参照)。

【0064】このように、本実施の形態では、円筒ころ13がブレード35により押し付けられているので、山数 n が偶数(2, 4, 6, ...)であるうねり形状の円筒ころ13に対しては、うねりの山部分が超仕上げ加工を受ける位相でその超仕上げ加工代は谷部分に比して大きくなり、転がり軸受に悪影響及ぼす山数 n が偶数(2, 4, 6, ...)であるうねり形状の円筒ころ13に対しては、その真円度を良好に改善することができる。また、円筒ころ13の径の変化および固定ローラ2および加圧ローラ7の回転精度の変化に伴う固定ローラ2と加圧ローラ7間の円筒ころ13の位置変動がブレード35により規制されるので、円筒ころ13の転動面の超仕上げ状態が大きく左右されることはない。

【0065】(実施の第2形態)次に、本発明の実施の第2形態について図6および図7を参照しながら説明する。図6は本発明の実施の第2形態に係るころ超仕上げ方法における超仕上げ砥石幅の平均化作用を模式的に示す図、図7は本発明の実施の第2形態に係るころ超仕上げ方法におけるうねりの各山数毎の超仕上げ砥石幅平均化作用係数 X_n を示す図である。なお、本実施の形態は、上述の実施の第1形態と同じ構成を有し、その構成についての説明は省略するとともに、以下に説明においては同一の符号を用いる。

【0066】本実施の形態は、図6に示すように、超仕上げ砥石17(18)が円筒ころ13の真円から外れたうねりの山間にまたがって転動面に押し当てられるように超仕上げ砥石17(18)の幅 H を最適化し、転動面におけるうねりの山部分の加工代をうねりの谷部分の加工代より相対的に大きくする平均化作用を利用して、真円度修正を平均的に行うものである。

【0067】具体的には、上述の実施の第1形態においては、山数 n が奇数(3, 5, ...)であるうねり形状の円筒ころ13の真円度がほとんど改善されないことに対し、本実施の形態は、山数 n が奇数(3, 5, ...)であるうねり形状の円筒ころ13に対して超仕上げ砥石17(18)の幅 H を大きくし、超仕上げ砥石17(18)を円筒ころ13の真円から外れたうねりの山間にまたがって転動面に押し当てることによって、真円度の改善を図るように構成されている。

【0068】ここで、円筒ころ13における真円から外れたうねりの山間のピッチ角を Φ とし、超仕上げ砥石17(18)が円筒ころ13の転動面を覆う角度を表す超仕上げ砥石挟み角を ϕ とすると、幅 H の超仕上げ砥石17(18)による超仕上げ砥石幅平均化作用係数 X_n は、次の(7)式により定義される。

【0069】

$$\dots (7)$$

と、超仕上げ砥石17(18)の幅 H と円筒ころ13の

直径 d の比 H/d との関係を図7に示す。各山数のうねりに対して、超仕上げ砥石幅平均化作用係数 $X_H \geq 0.5$ の範囲で、超仕上げ砥石幅平均化作用によりその真円度の改善効果が期待され、より好ましくは、超仕上げ砥石幅平均化作用係数 $X_H \geq 1.0$ の範囲になるように、超仕上げ砥石17(18)の幅 H を円筒ころ13の直径 d に対して設定する。

【0070】山数 n が偶数であるうねり形状に対しては、上述の実施の第1形態と同様に、その真円度は良好に改善されるので、山数 n が奇数であるうねり形状に対する真円度の改善のみに着目して超仕上げ砥石幅平均化作用係数 X_H と比 H/d との関係から超仕上げ砥石幅 H を決定すればよい。ここで、超仕上げ砥石幅 H を大きくすれば、超仕上げ砥石幅平均化作用係数 X_H は大きくなるが、超仕上げ砥石幅 H が大きいと、超仕上げ砥石17(18)の端部の角度が小さくなり、超仕上げ砥石17(18)の端部の強度、剛性が小さくなって好ましくない。

【0071】以上のことを総合的に考慮すると、比 H/d は、0.6程度の値にすることが好ましい。この比 $H/d = 0.6$ のとき、うねりの山数 $n = 3$ に対しては、 $X_H = 0.61 (> 0.5)$ となり、山数 $n = 5$ に対しては、 $X_H = 1.02 (> 1.0)$ となる。従って、うねりの山数 n が最小の3である場合でも、超仕上げ砥石幅平均化作用による真円度の改善効果が期待することができ、山数 n が5である場合には、 $X_H > 1.0$ になり、超仕上げ砥石幅平均化作用による真円度の改善効果が十分に期待することができる。即ち、この山数 n が5のうねりは、前工程で多用されるセンタレス研削盤で生じ易く、この比 $H/d = 0.6$ となるように超仕上げ砥石幅 H を設定すれば、この山数 n が5を含む奇数の山数のうねりを有する円筒ころに対しても、その真円度を良好に改善することが可能である。

【0072】(実施の第3形態)次に、本発明の実施の第3形態について図8ないし図11を参照しながら説明する。図8は本発明の実施の第3形態に係る超仕上げ方法を実現するための超仕上げ装置の主要部構成を示す平面図、図9は図8のB-B線に沿って得られた断面図、図10は図8のC-C線に沿って得られた断面図、図11は本発明の実施の第3形態において使用される円すいころキャリアの他の例を示す図である。ここでは、上述の実施の第1形態と異なる部分のみを説明する。

【0073】本実施の形態は、図8に示すように、円すいころ40の超仕上げ加工を行う超仕上げ装置であり、この超仕上げ装置は、円すいころ40を処理することから、1つの円すいころ40を単位として超仕上げ加工を行う複数のステーションを有する装置である。円すいころ40は、各ステーションへ順に移送され、各ステーションにおいて対応する粗さの超仕上げ砥石43により円すいころ40の転動面に対する超仕上げ加工が行われ

る。本装置には、固定ローラ41、加圧ローラ42、超仕上げ砥石43、ブレード44およびキャリア45がそれぞれ設けられている。

【0074】固定ローラ41は装置内側に配置されたローラからなり、固定ローラ41の外周面における各ステーションに対応する部位は、円すいころ40の転動面にならう円すい面状に形成されている。また、固定ローラ41の外周面における各ステーションに対応する部位の先端には、つば部41aが形成されている。

【0075】加圧ローラ42は装置外側に配置された金属製のローラからなり、その外周面には、上述の実施の第1形態と同様に、高分子材料からなるライニングが施されている。加圧ローラ42の外周面における各ステーションに対応する部位は、円すいころ40の転動面にならうように円すい面状に形成されている。円すいころ40の大径側端面が固定ローラ41のつば部41aに確實、強固に当接されて自転するように、加圧ローラ42は、固定ローラ41に対して実施の第1形態のスルフィードアングル ϕ に類似の角度で傾けられており、このスルフィードアングル ϕ に類似の角度の調整は、上述の実施の第1形態と同様の機構により行われる。また、加圧ローラ42と固定ローラ41間の間隔は、円すいころ40を挟持可能な間隔に調整されており、この間隔は、上述の実施の第1形態と同様に、加圧ローラ42を固定ローラ41に向けて移動することによって調整される。

【0076】固定ローラ41と加圧ローラ42との間に挟持された円すいころ40は、図9および図10に示すように、その鉛直方向下方に設けられたブレード44により支持される。ブレード44は、円すいころ40の転動面における超仕上げ砥石43との接触面が水平になるように、円すいころ40を支持する傾斜支持面44aを有する。

【0077】円すいころ40が挟持された状態で固定ローラ41および加圧ローラ42を回転駆動すると、円すいころ40は固定ローラ41、加圧ローラ42との摩擦駆動により自転する。この際、円すいころ40は、加圧ローラ42によりその大径部が固定ローラ41のつば部41aに押し付けられながら自転するので、円すいころ40の軸方向位置が定められる。この円すいころ40に対しては、図8および図9に示すように、超仕上げ砥石43が往復動しながら押し当てられ、円すいころ40の転動面の超仕上げ加工が行われる。

【0078】このようにして1つのステーションにおいて1つの円すいころ40の超仕上げ加工が行われると、この円すいころ40は次のステーションに移送される。この移送には、図8および図10に示すように、キャリア45が用いられる。このキャリア45は、各ステーションへの円すいころ40の移送と同期して、フィードから最初のステーションへの円すいころ40の供給、最後

のステーションからころ受けパンへの円すいころ 40 の排出を行うように動作する。キャリア 45 は、具体的には、円すいころ 40 の上方に位置する上方キャリア部材 45 a と、円すいころ 40 の下方に位置する下方キャリア部材 45 b とを有し、上方キャリア部材 45 a および下方キャリア部材 45 b は互いに協働して円すいころ 40 を把持して円すいころ 40 の移送、供給、排出を行う。

【0079】このキャリア 45 による円すいころ 40 の移送、供給および排出時には、超仕上げ砥石 43 が円すいころ 40 上方に空間が生じる位置に待避されるとともに、加圧ローラ 42 が固定ローラ 41 から離隔する方向に移動される。これにより、キャリア 45 による円すいころ 40 の移送、供給、排出のための動作が可能になる。

【0080】このように本実施の形態では、円すいころ 40 の超仕上げ加工中、円すいころ 40 がブレード 44 により押し付けられているので、上述の実施の第 1 形態と同様に、転がり軸受の回転精度、音響、振動などに有害な山数 n が偶数 (2, 4, 6, ...) であるうねり形状の円すいころ 40 に対して、うねり山数振れ影響係数 X_n が 2 (一定) となり、真円度を良好に改善することができる。

【0081】また、山数 n が奇数 (3, 5, ...) であるうねり形状の円すいころ 40 に対しては、その真円度の改善を多く期待することはできない。

【0082】なお、本実施の形態では、円すいころ 40 の次工程への移送、供給および排出にキャリア 45 を用いているが、これに代えて図 11 に示すキャリアを用いることも可能である。このキャリア 46 は、円すいころ 40 を吸着するためのアーム部 46 を有し、このアーム部 46 内には、吸引経路 46 a が設けられている。このキャリアにおいては、円すいころ 40 の例えば次工程への移送時、アーム部 46 をその先端が円すいころ 40 に対して当接する位置へ移動させる。次いで、キャリアは、アーム部 46 に円すいころ 40 を吸着してアーム部 46 を次工程に対応する位置へ移動させ、さらに円すいころ 40 を固定ローラと駆動ローラ間に挟持される位置まで移動させる。そして、アーム部 46 と円すいころ 40 との吸着が解除され、アーム部 46 は待避位置に待避される。

【0083】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、位置決め用駆動ローラと加圧ローラとの間をころを挟持した状態で位置決め用駆動ローラと該位置決め用駆動ローラの周速より大きい周速で加圧ローラとをころがブレードに押し付けられながら回転するように同一方向へ回転駆動し、ころがブレードに押し付けられながら回転している状態で超仕上げ砥石をころの転動面に一定圧力で押し付けかつころの転動面の母線方向に往復動させる。これにより、ころの転動面と超仕上げ砥石との接触部に

おける振れ挙動に起因するころの転動面に対する真円度修正能力の真円度改悪側への変化を未然に阻止することができるとともに、ころ径の変化および位置決め用駆動ローラおよび加圧ローラの回転精度の変化に対してころ転動面の超仕上げ状態が大きく左右されない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の第 1 形態に係るころ超仕上げ方法を実現するためのブレード付 2 ローラタイプの超仕上げ装置の正面図である。

【図 2】図 1 の A-A 線に沿って得られた断面図である。

【図 3】図 1 の超仕上げ装置における円筒ころのスルーフィードによる送り運動と超仕上げ砥石上げの往復運動との関係を模式的に示す図である。

【図 4】図 1 の超仕上げ装置における各駆動ローラおよびその周囲の構成を示す断面図である。

【図 5】図 1 の超仕上げ装置上での円筒ころの振れ挙動のモデルを示す図である。

【図 6】本発明の実施の第 2 形態に係るころ超仕上げ方法における超仕上げ砥石幅の平均化作用を模式的に示す図である。

【図 7】本発明の実施の第 2 形態に係るころ超仕上げ方法におけるうねりの各山数毎の超仕上げ砥石幅平均化作用係数 X_n を示す図である。

【図 8】本発明の実施の第 3 形態に係るころ超仕上げ方法を実現するための超仕上げ装置の主要部構成を示す平面図である。

【図 9】図 8 の B-B 線に沿って得られた断面図である。

【図 10】図 8 の C-C 線に沿って得られた断面図である。

【図 11】本発明の実施の第 3 形態において使用される円すいころキャリアの他の例を示す図である。

【図 12】(a) は従来の 2 ローラタイプの超仕上げ装置の主要部構成を示す正面図、(b) は (a) の D-D 線に沿って得られた断面図である。

【図 13】2 ローラタイプの超仕上げ装置におけるころ芯高角と駆動ローラ径、円筒ころ径、各駆動ローラ間の隙間との関係を示す図である。

【図 14】従来の 2 ローラタイプの超仕上げ装置上での円筒ころ 103 の振れ挙動を概念的に示すモデル図である。

【図 15】うねりの山数 n に応じたうねり山数振れ影響係数 X_n の曲線を示す図である。

【図 16】超仕上げ砥石 104 の幅による真円度修正効果を模式的に示す図である。

【図 17】2 ローラタイプの超仕上げ装置におけるころ径の変化および駆動ローラの回転精度の変化がころ転動面の超仕上げ加工に及ぼす影響の程度を表すころ径振れ影響係数およびローラ振れ影響係数を示す図である。

19

20

【図18】ころ径が変化した場合のころ転動面における超仕上げ加工位置の変化状態を模式的に示す図である。

【図19】駆動ローラの回転振れに伴うころ転動面における超仕上げ加工位置の変化状態を模式的に示す図である。

【符号の説明】

2、41 固定ローラ

7、42 加圧ローラ

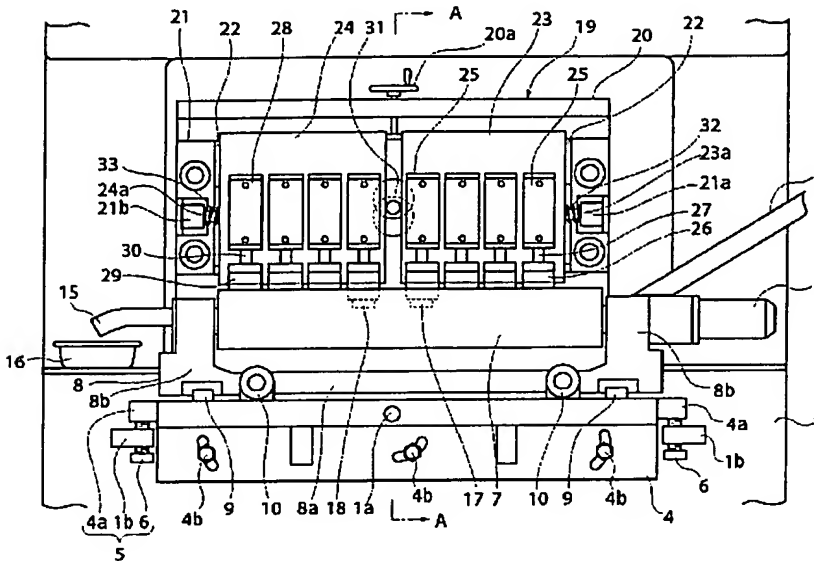
13、40 円筒ころ

17、18 超仕上げ砥石

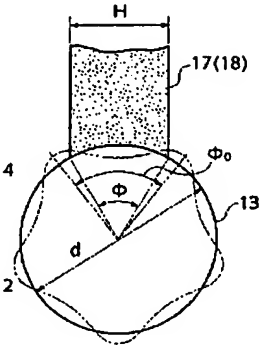
19 砥石保持装置

35 ブレード

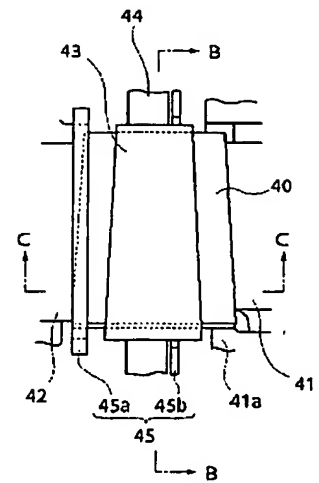
【図1】



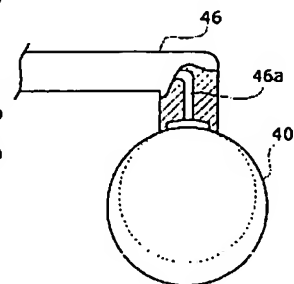
【図6】



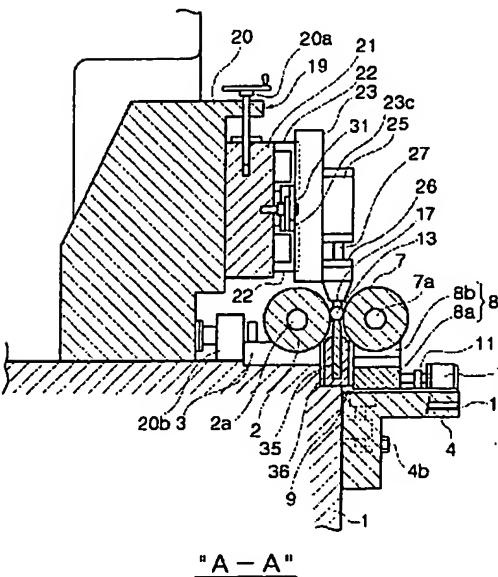
【図8】



【図11】

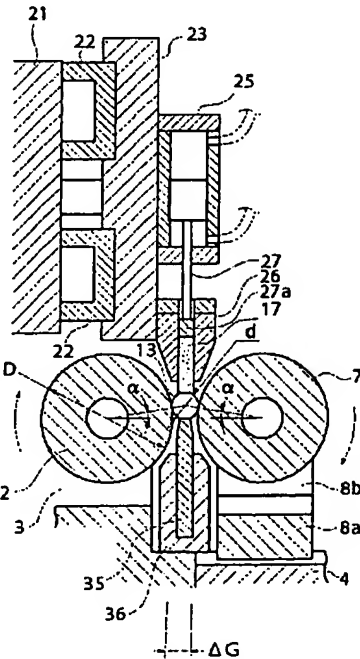


【図2】

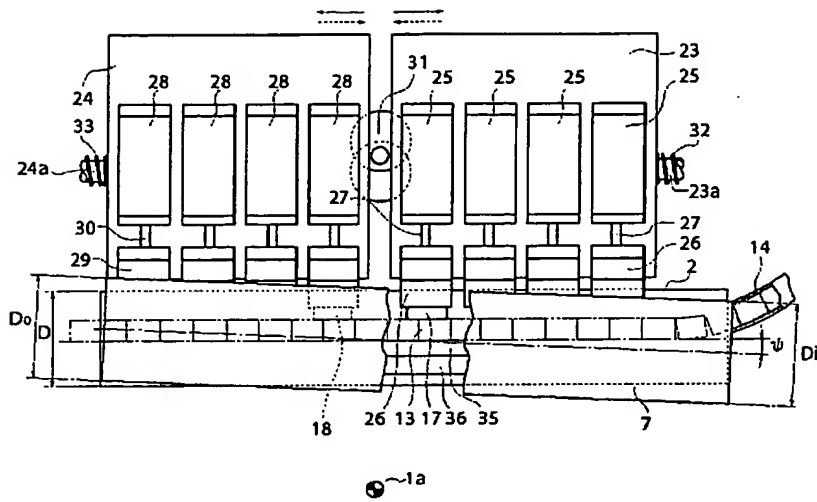


"A-A"

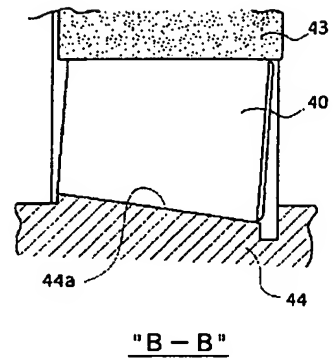
【図4】



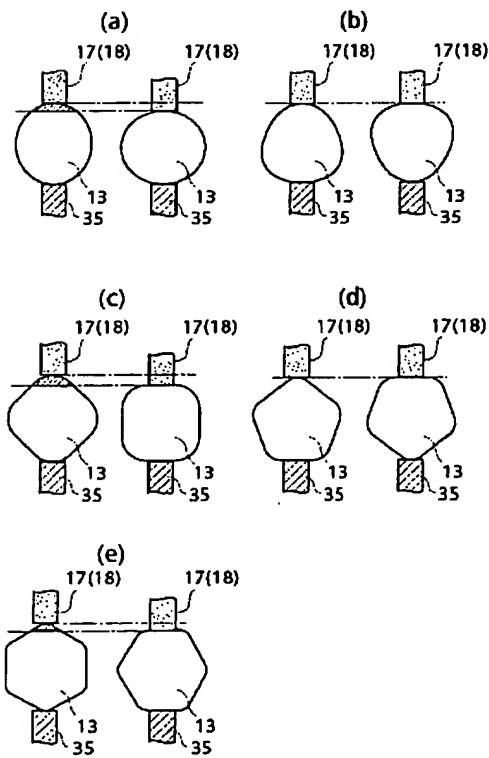
【図 3】



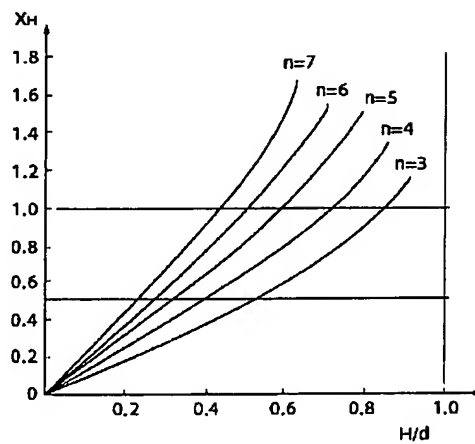
【図 9】



【図 5】

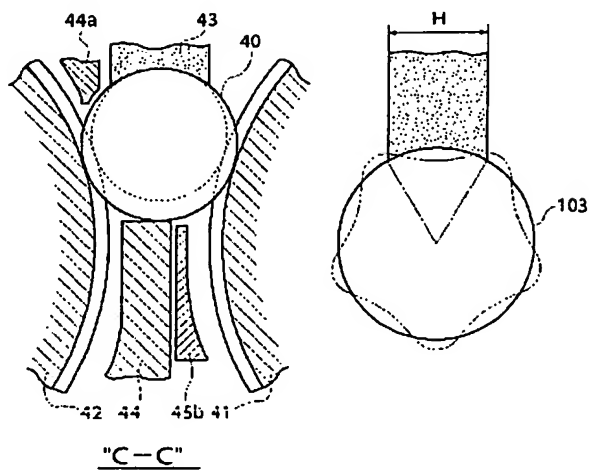


【図 7】

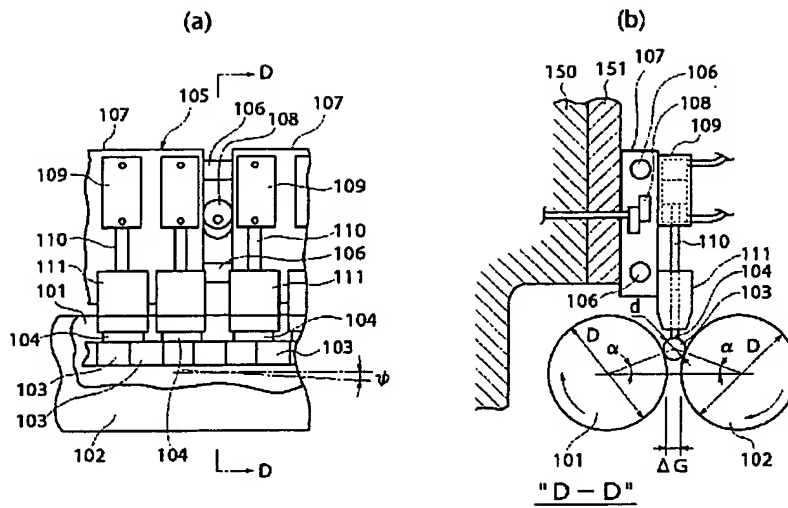


【図 10】

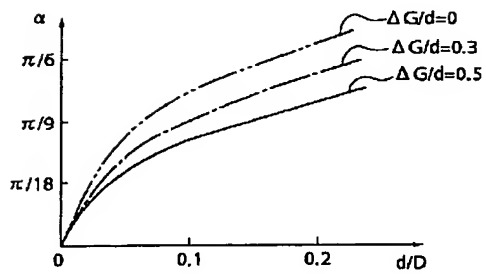
【図 16】



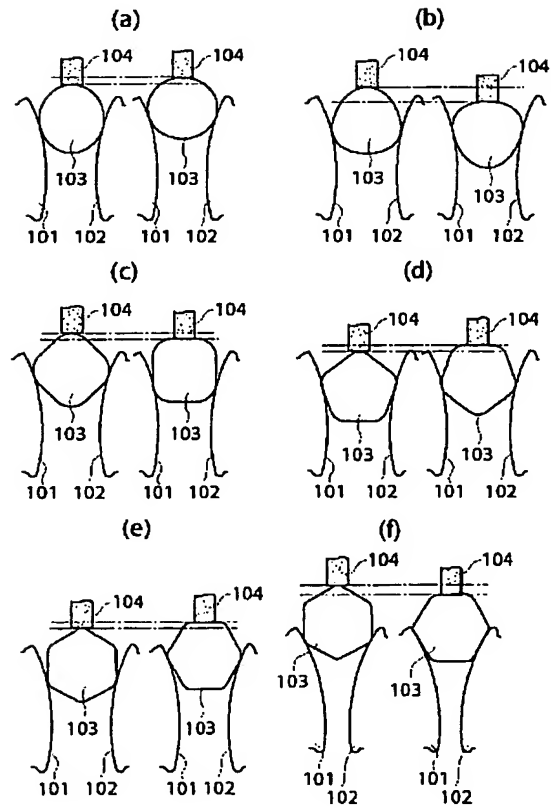
【图 12】



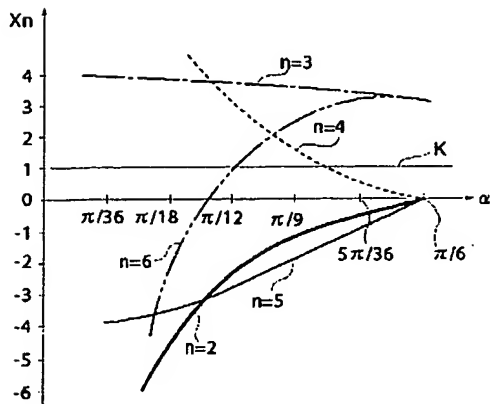
【图 13】



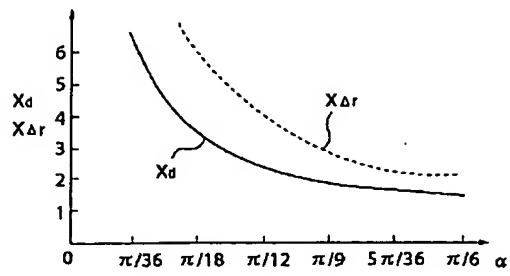
【图 14】



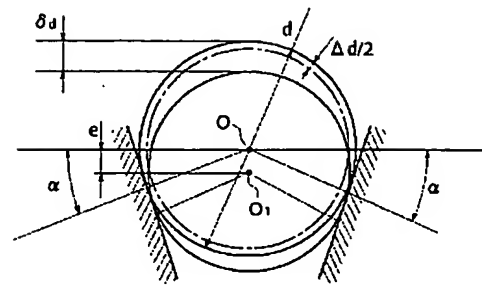
【图 15】



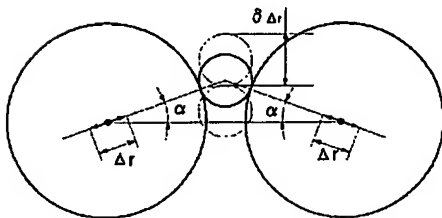
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3C058 AA04 AA09 AA11 AA12 AA16
AA18 AB01 AB03 AB04 CA01
CB01
3J101 AA13 DA12